

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI  
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

009729558      \*\*Image available\*\*  
WPI Acc No: 1994-009408/199402  
XRPX Acc No: N94-007582

**Semiconductor element for electronic instruments e.g. calculator,  
wristwatch - forms dielectric breakdown region around low resistive  
defective portion after forming electric conductor layer, semiconductor  
regions and transparent conductor layer on substrate**

Patent Assignee: CANON KK (CANO )

Inventor: ICHINOSE H; MIDORIKAWA T; MORI T; MURAKAMI T

Number of Countries: 021 Number of Patents: 008

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
EP 577108	A1	19940105	EP 93110466	A	19930630	199402 B
AU 9341610	A	19940106	AU 9341610	A	19930629	199408
JP 6021493	A	19940128	JP 92197828	A	19920701	199409
AU 667718	B	19960404	AU 9341610	A	19930629	199621
EP 577108	B1	19970604	EP 93110466	A	19930630	199727
DE 69311209	E	19970710	DE 611209	A	19930630	199733
			EP 93110466	A	19930630	
KR 9705153	B1	19970412	KR 9312272	A	19930701	199938
<u>US 6132585</u>	A	20001017	US 9382860	A	19930628	200054
			US 95415585	A	19950403	
			US 96749727	A	19961115	

Priority Applications (No Type Date): JP 92197828 A 19920701

Cited Patents: 2.Jnl.Ref; EP 268272; EP 500071; JP 61265874

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
-----------	------	-----	----	----------	--------------

EP 577108	A1	E	29	H01L-031/20	
-----------	----	---	----	-------------	--

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

AU 9341610	A			H01L-031/0248	
------------	---	--	--	---------------	--

JP 6021493	A			H01L-031/04	
------------	---	--	--	-------------	--

AU 667718	B			H01L-031/0248	Previous Publ. patent AU 9341610
-----------	---	--	--	---------------	----------------------------------

EP 577108	B1	E	25	H01L-031/20	
-----------	----	---	----	-------------	--

Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FR GB GR IE IT LI LU MC  
NL PT SE

DE 69311209	E			H01L-031/20	Based on patent EP 577108
-------------	---	--	--	-------------	---------------------------

KR 9705153	B1			H01L-031/042	
------------	----	--	--	--------------	--

US 6132585	A			C25D-005/02	Cont of application US 9382860 Cont of application US 95415585
------------	---	--	--	-------------	---

Abstract (Basic): EP 577108 A

The semiconductor element has a cation or anion electrodeposition resin around a low resistive defective portion of a semiconductor region subjected to dielectric breakdown. The semiconductor may be a photovoltaic element of a non-single crystal semiconductor.

The shunt resistance of the semiconductor element is from 1x10<sup>3</sup> ohm cm<sup>2</sup> to 1x10<sup>6</sup> ohm cm<sup>2</sup>. The dimension of the electrodeposition resin is ten times or less than that of the defective portion. The resin is transparent.

ADVANTAGE - Provides highly reliable semiconductor element with high performance.

Dwg.1/8

Abstract (Equivalent): EP 577108 B

A method for compensating defects in a semiconductor, including the

steps of forming a dielectric breakdown region (305, 404) around a low resistive defective portion (304, 403) of a semiconductor region; and selectively electrodepositing said dielectric breakdown region (305, 404) with an anion or cation resin (307, 405) for insulation to form a region comprising a cation or anion electrodeposition region.

Dwg.1A/8

Title Terms: SEMICONDUCTOR; ELEMENT; ELECTRONIC; INSTRUMENT; CALCULATE; FORM; DIELECTRIC; BREAKDOWN; REGION; LOW; RESISTOR; DEFECT; PORTION; AFTER; FORMING; ELECTRIC; CONDUCTOR; LAYER; SEMICONDUCTOR; REGION; TRANSPARENT; CONDUCTOR; LAYER; SUBSTRATE

Derwent Class: U11; U12; X15

International Patent Class (Main): C25D-005/02; H01L-031/0248; H01L-031/04; H01L-031/042; H01L-031/20

International Patent Class (Additional): H01L-027/142; H01L-031/06; H01L-031/18

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): U11-C05B3; U11-C19A; U12-A02A3; X15-A02A

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-021493

(43)Date of publication of application : 28.01.1994

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

(21)Application number : 04-197828

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 01.07.1992

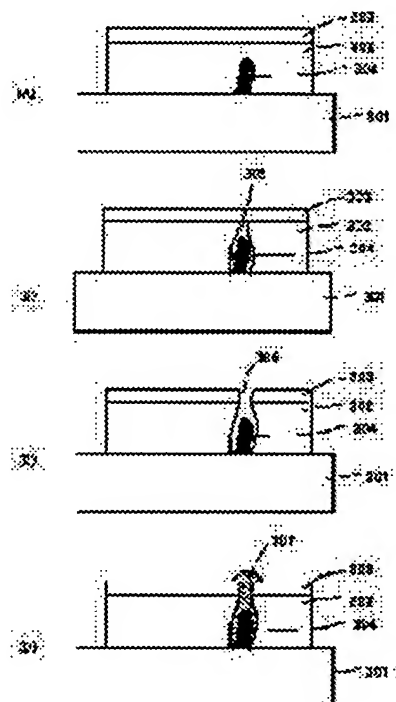
(72)Inventor : MIDORIKAWA TAKASHI  
 ICHINOSE HIROBUMI  
 MURAKAMI TSUTOMU  
 MORI TAKAHIRO

## (54) SOLAR CELL AND MANUFACTURE THEREOF

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To provide a solar cell having high performance, high reliability and a method for manufacturing the cell having high mass productivity and high reliability.

**CONSTITUTION:** A method for manufacturing a solar cell has the step of forming a conductor layer, a semiconductor layer 302 and a transparent conductor layer 303 on a base 301 and comprises the steps of forming, after forming the conductor layer, the layer 302 and the layer 303 on the base 301, foaming and short passivating, and selectively forming an insulation coating 307 on a defective part 304 with cationic or anionic electrodeposit resin, or foaming, after forming the layer 303 (or the transparent conductor layer) and the layer 302 on the base, selectively coating a defective part with cationic or anionic electrodeposit resin, and further forming a transparent conductor layer 303 (or conductor layer), thereby setting a shunt resistance to  $1 \times 10^{33} \Omega \text{cm}^2$  to  $\times 10^6 \Omega \text{cm}^2$ .



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.12.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2686022

[Date of registration] 15.08.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平6-21493

(43) 公開日 平成6年(1994)1月28日

(51) Int.Cl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 L 31/04

7376-4M

H 0 1 L 31/04

B

審査請求 未請求 請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願平4-197828

(22) 出願日 平成4年(1992)7月1日

(71) 出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72) 発明者 緑川 敬史

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72) 発明者 一ノ瀬 博文

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(72) 発明者 村上 勉

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キヤノン株式会社内

(74) 代理人 弁理士 福森 久夫

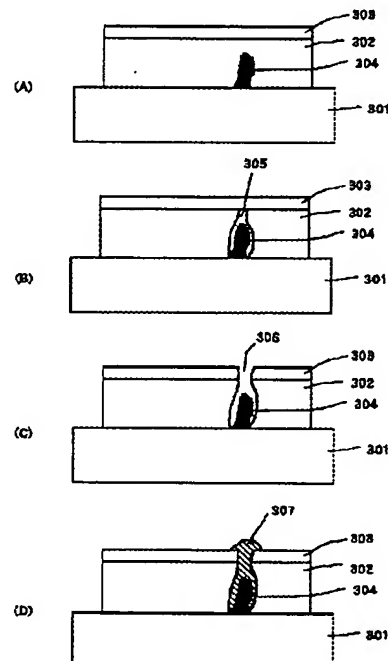
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 太陽電池及びその製造方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 本発明は、高性能・高信頼性の太陽電池、及び量産性が高く信頼性の高い太陽電池の製造方法を提供することを目的とする。

【構成】 基体301上に導電体層と半導体層302と透明導電体層303とが形成されてなる太陽電池の製造方法に於て、前記基体上に前記導電体層と前記半導体層と前記透明導電体層を形成後、フォーミング処理及びショートパッシベーション処理を行い、次いでカチオン性電着樹脂またはアニオン性電着樹脂で欠陥部分304を選択的に絶縁被覆307することにより；または前記基体上に前記導電体層（または透明導電体層）と前記半導体層とを形成後、フォーミング処理を行い、次いでカチオン性電着樹脂またはアニオン性電着樹脂で欠陥部分を選択的に絶縁被覆し、更に前記透明導電体層（または導電体層）を形成することにより；シャント抵抗を $1 \times 10^3 \Omega \text{cm}^2$ 以上 $1 \times 10^6 \Omega \text{cm}^2$ 以下とすることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基体上に導電体層と半導体層と透明導電体層とが形成されてなる太陽電池の製造方法に於て、前記基体上に前記導電体層と前記半導体層と前記透明導電体層とを形成後、フォーミング処理及びショートパッシベーション処理を行い、次いでカチオン性電着樹脂またはアニオン性電着樹脂で欠陥部分を選択的に絶縁被覆し、シャント抵抗を $1 \times 10^3 \Omega \text{cm}^2$ 以上 $1 \times 10^6 \Omega \text{cm}^2$ 以下とすることを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項2】 基体上に導電体層と半導体層と透明導電体層とが形成されてなる太陽電池の製造方法に於て、前記基体上に前記導電体層（または透明導電体層）と前記半導体層とを形成後、フォーミング処理を行い、次いでカチオン性電着樹脂またはアニオン性電着樹脂で欠陥部分を選択的に絶縁被覆し、更に前記透明導電体層（または導電体層）を形成し、シャント抵抗を $1 \times 10^3 \Omega \text{cm}^2$ 以上 $1 \times 10^6 \Omega \text{cm}^2$ 以下とすることを特徴とする太陽電池の製造方法。

【請求項3】 前記欠陥部分を選択的に絶縁被覆した電着樹脂の大きさは、前記欠陥部分の大きさの10倍以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の太陽電池の製造方法。

【請求項4】 基体上に導電体層と半導体層と透明導電体層とが形成されてなる太陽電池に於て、前記半導体層の欠陥部分の周辺及びその上の前記透明導電体層（または前記導電体層）が除去され、該除去された部分がカチオン性電着樹脂またはアニオン性電着樹脂により絶縁封止されて、シャント抵抗を $1 \times 10^3 \Omega \text{cm}^2$ 以上 $1 \times 10^6 \Omega \text{cm}^2$ 以下としたことを特徴とする太陽電池。

【請求項5】 基体上に導電体層と半導体層と透明導電体層とが形成されてなる太陽電池に於て、前記半導体層の欠陥部分と前記透明導電体層（または前記導電体層）との間にカチオン性電着樹脂またはアニオン性電着樹脂が設けられて、シャント抵抗を $1 \times 10^3 \Omega \text{cm}^2$ 以上 $1 \times 10^6 \Omega \text{cm}^2$ 以下としたことを特徴とする太陽電池。

【請求項6】 前記電着樹脂の大きさは、前記欠陥部分の大きさの10倍以下であることを特徴とする請求項4または5に記載の太陽電池。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光電変換効率及び信頼性の高い太陽電池及びその製造方法に係わる。より詳しくは、本発明は、太陽電池の製造工程で発生するショートやシャントが修復された、初期特性が高く信頼性の高い太陽電池及びその製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 太陽光を電気エネルギーに変換する光電変換素子である太陽電池は、電卓、腕時計など民生機器用の電源として広く応用されており、また、石油、石炭

などのいわゆる化石燃料の代替用電力として実用化可能な技術として注目されている。

【0003】 太陽電池は半導体のpn接合部に発生する拡散電位を利用した技術であり、シリコンなどの半導体が太陽光を吸収し、電子と正孔の光キャリアーが生成し、該光キャリアーをpn接合部の拡散電位により生じた内部電界でドリフトさせ、外部に取り出すものである。太陽電池の製造は、半導体素子製造に用いられるプロセスにより行われる。具体的には、CZ法などの結晶成長法によりp型、あるいはn型に価電子制御したシリコンの単結晶を作製し、該単結晶をスライスして約300 $\mu\text{m}$ の厚みのシリコンウエハーを作る。さらに前記ウエハーの導電型と反対の導電型となるように価電子制御剤を拡散などの適当な手段により、異種の導電型の層を形成することでpn接合を作るものである。

【0004】 ところで、上述のように太陽電池の製造方法は半導体製造プロセスを用いるため、生産コストは高く既存の発電方法に比べて割高になってしまうという問題がある。

【0005】 このような事情から太陽電池の電力用としての実用化を進めるに当たって、低コスト化が重要な技術的課題であり、様々な検討がなされており、コストの安い材料、変換効率の高い材料などの材料の探求が行われてきたが、このような太陽電池の材料としては、シリコン、シリコンゲルマニウム、シリコンカーバイドなどのテトラヘドラル系半導体や、CdS、Cu<sub>2</sub>SなどのII-VI族やGaAs、GaAlAsなどのIII-V族の化合物半導体等が挙げられる。とりわけ、アモルファス半導体を用いた薄膜太陽電池は、単結晶太陽電池に比較して大面積の膜が作製できることや、膜厚が薄くて済むこと、任意の基体材料に堆積できることなどの長所があり有望視されている。

【0006】 アモルファスシリコン太陽電池の構造は一般的には、基体上に下部電極を設けその上に薄膜のp層、1層、n層からなる半導体接合を積層し、さらに、上部電極を設ける構造となっている。さらに、集電の効率を上げるため、グリッド電極やバスバーが設けられる。

【0007】 また、アモルファスシリコンは結晶シリコンや多結晶シリコンに比較して膜質が劣るため変換効率が低い事が問題であるが、この問題を解決するために半導体接合を2以上の直列に積層するいわゆるタンデムセルも検討されている。

【0008】 ところで、前述した太陽電池を例えば一般家庭の電力供給用として用いる場合には約3KWの出力が必要となり、変換効率10%の太陽電池を用いた場合では30m<sup>2</sup>の面積となり、大面積の太陽電池が必要とされている。しかしながら、太陽電池の製造工程上、大面積にわたって欠陥のない太陽電池を作製することは困難であり、例えば多結晶では粒界部分に低抵抗な部分が

3

生じてしまったり、アモルファスシリコンのような薄膜太陽電池においては、半導体層の成膜時にダストの影響などによりピンホールや欠陥が生じ、シャントやショートの原因となり、これらのシャントやショートは変換効率を著しく低下させることが知られている。ピンホールや欠陥ができる原因とその影響についてさらに詳しく述べると、例えばステンレス基体上に堆積したアモルファスシリコン太陽電池の場合では、基体表面は完全に平滑な面とは言えず傷やへこみ、あるいはスパイク状の突起が存在することや、基体上に光を乱反射する目的で凹凸のあるバックリフレクターを設けたりするため、p、n層のように数10nmの厚みの薄膜の半導体層がこのような表面を完全にカバーできないことや、あるいは別の原因として成膜時のごみなどによりピンホールが生じることなどが挙げられる。太陽電池の下部電極と上部電極との間の半導体が、ピンホールにより失われていて下部電極と上部電極とが直接接触したり、基体のスパイク状欠陥が上部電極と接触したり、半導体層が完全に失われないまでも低抵抗なシャントまたはショートとなっている場合には、光によって発生した電流が上部電極を平行に流れて前記シャントまたはショート部の低抵抗部分に流れ込むこととなり発生した電流を損失することが起こる。このような電流損失があると太陽電池の開放電圧が下がることとなる。

【0009】アモルファスシリコン太陽電池においては一般的に半導体自体のシート抵抗は高いため半導体全面にわたる透明な上部電極を必要とし、また表面反射を抑えるため、通常は、 $\text{SnO}_2$ 、ITO ( $\text{In}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$ ) のような導電性の反射防止膜を設ける。このため微少な欠陥に於いても欠陥に流れ込む電流はかなり大きなものとなる。さらに、欠陥の位置がグリッド電極やバスバーから離れている場合には、欠陥部分に流れ込むときの抵抗が大きいと電流損失は比較的少ないが、逆に、欠陥部分がグリッド電極やバスバーの下にあるときは欠陥により損失する電流はより大きなものとなる。

【0010】一方、ピンホール状の欠陥による欠陥部分では、半導体層で発生した電荷が欠陥部分にリークするばかりではなく、水分との相互作用によりイオン性の物質が生成するので、太陽電池の使用時に、使用時間の経過と共に次第に欠陥部分の電気抵抗が低下し、変換効率などの特性が劣化する現象が見られる。

【0011】以上のようなショートが生じる場合にはその場所の上部電極を除去するかまたは絶縁化することにより電流損失が小さくなる。シャントまたはショート部の上部電極を選択的に除去する方法は、米国特許4,454,970号公報に開示されており、該発明によれば太陽電池を電解液中に浸漬し、太陽電池にバイアスをかけることによりショート部分をエッチングして除去できる。しかしながら、このように上部電極をエッチングで除去した場合でもグリッドを設けたときにシャント部に

4

グリッドが形成されると再びショートが生じてしまう問題がある。

【0012】このような問題の対策としては、欠陥部分のみを選択的に絶縁体材料又は、実質的にシャントまたはショートを防ぐために充分な高抵抗を有する材料で覆うことにより、透明電極やグリッド電極あるいはバスバーとの接触抵抗を高めることが変換効率減少を防ぐ有効な手段である。欠陥部分のみを選択的に絶縁する方法としては、米国特許第4,451,970号公報に開示されるように、太陽電池の欠陥部を検出器によって検出し、その後、検出された欠陥部に絶縁材料をアプリケーションで塗布する方法がある。あるいは、米国特許第4,197,141号公報に開示されるように、多結晶太陽電池を電解質溶液中に浸漬し、電界を印加して、多結晶の結晶粒界や、格子不整に基づく欠陥部を酸化したり、または、欠陥部に絶縁物を堆積したりあるいは欠陥部をエッチングする方法がある。

【0013】前者の開示された発明においては、欠陥部の検出器とアプリケーションとはともにかなり大きな装置となってしまう、実際の欠陥の大きさよりも大きい範囲でしか検出できず、さらに絶縁化も不要な部分まで行われ、かつ、高く盛り上がってしまうためグリッドが印刷できないという問題がある。後者の開示された発明によれば絶縁物を選択的に堆積するという概念はあるが、開示された実施例は、ガリウムヒ素太陽電池の欠陥部を陽極酸化するという例であり、シリコン太陽電池などについては開示されていない。また、アルミニウム、クロム、銅などの金属の酸化物を堆積するという内容であり、有機高分子材料の堆積については述べられていない。

【0014】以上述べたように、従来の方法では、必要以上に絶縁物が付着して、却って太陽電池の性能を低下させてしまう。また、何れの方法も、完全に欠陥部だけを絶縁化して、他に何らの弊害も無い方法とは言い難く、実際の太陽電池に適用した場合には著しい性能の低下を避けられないという問題があった。

【0015】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は太陽電池に於る上述した問題を解決して、特性の良好な太陽電池の構造を提供することである。

【0016】本発明の他の目的は量産性が良く、信頼性の高い太陽電池の製造方法を提供することである。

【0017】

【課題を解決するための手段】上述した目的を達成するために、本発明の太陽電池は、欠陥部分が選択的に電着樹脂により絶縁被覆され、シャント抵抗が高いことを特徴とする。

【0018】即ち、本発明の太陽電池は、基体上に導電体層と半導体層と透明導電体層とが形成されてなる太陽電池に於て、前記半導体層の欠陥部の周辺及びその上の

5

前記透明導電体層（または前記導電体層）が除去され、該除去された部分がカチオン性電着樹脂またはアニオン性電着樹脂により絶縁封止されて、シャント抵抗を $1 \times 10^3 \Omega \text{cm}^2$ 以上 $1 \times 10^6 \Omega \text{cm}^2$ 以下としたことを特徴とする。

【0019】また、前記半導体層の欠陥部分と前記透明導電体層（または前記導電体層）との間にカチオン性電着樹脂またはアニオン性電着樹脂が設けられ、シャント抵抗を $1 \times 10^3 \Omega \text{cm}^2$ 以上 $1 \times 10^6 \Omega \text{cm}^2$ 以下としたことを特徴とする。

【0020】前記電着樹脂の大きさは、欠陥部分の大きさの10倍以下が望ましい。

【0021】一方、本発明の太陽電池の製造方法は、基体上に導電体層と半導体層と透明導電体層とが形成されてなる太陽電池の製造方法に於て、前記基体上に前記導電体層と前記半導体層と前記透明導電体層とを形成後、フォーミング処理及びショートパッシベーション処理を行い、次いでカチオン性電着樹脂またはアニオン性電着樹脂で欠陥部分を選択的に絶縁被覆し、シャント抵抗を $1 \times 10^3 \Omega \text{cm}^2$ 以上 $1 \times 10^6 \Omega \text{cm}^2$ 以下とすることを特徴とする。

【0022】更には、前記基体上に前記導電体層（または透明導電体層）と前記半導体層とを形成後、フォーミング処理を行い、次いでカチオン性電着樹脂またはアニオン性電着樹脂で欠陥部分を選択的に絶縁被覆し、更に前記透明導電体層（または導電体層）を形成し、シャント抵抗を $1 \times 10^3 \Omega \text{cm}^2$ 以上 $1 \times 10^6 \Omega \text{cm}^2$ 以下とすることを特徴とする。

【0023】

【作用】本発明は、太陽電池の欠陥に起因する低抵抗部分を選択的に絶縁する太陽電池の製造方法において、本発明者らの実験により得た知見をさらに詳細に検討を加えて完成したものであり、その骨子は、太陽電池を荷電した有機高分子樹脂の懸濁液中に浸漬し、前記太陽電池に適当な電圧を印加することにより太陽電池の低抵抗部分のみを前記有機高分子樹脂で被覆することにより、低抵抗部分の電気抵抗が十分に高くなり、半導体層で発生した電荷が欠陥部分にリークすることを防止し、その結果、該光電変換素子の変換効率などの太陽電池特性が向上するものである。

【0024】欠陥部分を有機高分子樹脂で絶縁したことにより欠陥部分への水分の浸透や吸着が強く抑制されるので、実使用に際して起こる使用時間の経過と共に太陽電池特性が劣化する現象も大幅に改善される。

【0025】更に、透明導電層の上にグリッド電極を設ける構成の太陽電池素子の場合には、欠陥部分が電気絶縁性樹脂で覆われているので、欠陥部分とグリッド電極とが直接電氣的に接続されることによる重度のリークトラブルもなくなる。

【0026】以上述べたように本発明は、有機高分子樹

6

脂を堆積させ、欠陥部分を絶縁化する事により太陽電池特性を低下させる原因であるシャント及びショートを著しく改善する太陽電池の製造方法であり、さらに、以上の製造方法を用いて製造される太陽電池の構成を含むものである。

【0027】以下に、本発明の太陽電池の構成例について図を用いて説明する。

【0028】本発明の太陽電池の好適な構成例を図1(A)、(B)及び図2に模式的に示す。図1(A)は10 基体と反対側から光入射するアモルファスシリコン太陽電池の断面図、図1(B)は図1(A)の太陽電池を光入射側から見た図である。また、図2はガラス基体上に堆積したアモルファスシリコン等の薄膜の太陽電池であり、この場合ガラス基体側から光が入射される。

【0029】図1及び2に於いて、101、201は基体、102、202は下部電極（導電体層）、103、203はn層、104、204はi層、105、205はp層、106、206は上部電極（透明導電体層）、107はグリッド電極、108はバスバーを表す。

【0030】基体101、201はアモルファスシリコンのような薄膜の太陽電池の場合の半導体層103、104、105、203、204、205を機械的に支持する部材である。また、基体が導電性の場合には、電極を兼ねることもできる。基体101、201は、半導体層を成膜するときの加熱温度に耐える耐熱性が要求されるが、導電性のもので電気絶縁性のもので良く、導電性の材料としては、具体的にはFe、Ni、Cr、Al、Mo、Au、Nb、Ta、V、Ti、Pt、Pb、Ti等の金属またはこれらの合金、例えば黄銅、ステンレス鋼等の薄板及びその複合体やカーボンシート、亜鉛メッキ鋼板等が挙げられ、電気絶縁性材料としては、ポリエステル、ポリエチレン、ポリカーボネート、セルロースアセテート、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリスチレン、ポリアミド、ポリイミド、エポキシ等の耐熱性合成樹脂のフィルムまたはシート又はこれらとガラスファイバー、カーボンファイバー、ホウ素ファイバー、金属繊維等との複合体、及びこれらの金属の薄板、樹脂シート等の表面に異種材質の金属薄膜及び／または $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Si}_3\text{N}_4$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、AlN等の絶縁性薄膜をスパッタ法、蒸着法、鍍金法等により表面コーティング処理を行ったものおよび、ガラス、セラミックスなどが挙げられる。

【0031】下部電極（導電体層）102、202は、半導体層103、104、105、203、204、205の光入射側と反対側に設けられた電極で、発生した電力を取り出すための一方の電極であり、半導体層103、203に対してはオーミックコンタクトとなるような仕事関数を持つことが要求される。材料としては、Al、Ag、Pt、Au、Ni、Ti、Mo、W、Fe、V、Cr、Cu、ステンレス、黄銅、ニクロム、SnO



7

$\text{In}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZnO}$ ,  $\text{ITO}$ 等のいわゆる金属単体又は合金、及び透明導電性酸化物(TCO)等が用いられる。下部電極102の表面は平滑であることが好ましいが、光の乱反射を起こさせる場合にはテクスチャー化しても良い。また、図1の構成では、基体101が導電性であるときは下部電極102は特に設けなくても良い。

【0032】本発明に用いられる太陽電池の半導体層としては、 $\text{pin}$ 接合非晶質シリコン、 $\text{pn}$ 接合多結晶シリコン、 $\text{CuInSe}_4/\text{CdS}$ などの化合物半導体が挙げられる。アモルファスシリコン太陽電池に於いて1層104、204を構成する半導体材料としては、 $\text{a-Si:H}$ 、 $\text{a-Si:F}$ 、 $\text{a-Si:H:F}$ 、 $\text{a-SiGe:H}$ 、 $\text{a-SiGe:F}$ 、 $\text{a-SiGe:H:F}$ 、 $\text{a-SiC:H}$ 、 $\text{a-SiC:F}$ 、 $\text{a-SiC:H:F}$ 等のいわゆるIV族及びIV族合金系アモルファス半導体が挙げられる。

【0033】本発明の太陽電池に於いては、分光感度や電圧の向上を目的として半導体接合を2以上積層するいわゆるタンデムセル、トリプルセルにも用いることが出来る。

【0034】上部電極(透明導電体層)106、206は、半導体層で発生した起電力を取り出すための電極であり、前記下部電極と対をなすものである。このような上部電極はアモルファスシリコンのようにシート抵抗が高い半導体の場合必要であり、結晶系の太陽電池ではシート抵抗が低い場合特に必要としない。また、上部電極は光入射側に位置するため、透明であることが必要で、透明電極とも呼ばれる。

【0035】前記上部電極は、太陽や白色蛍光灯等からの光を半導体層内に効率良く吸収させるために光の透過率が85%以上であることが望ましく、さらに、電気的には光で発生した電流を半導体層に対し横方向に流れるようにするためシート抵抗値は $100\Omega/\square$ 以下であることが望ましい。このような特性を備えた材料として $\text{SnO}_2$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ 、 $\text{CdO}$ 、 $\text{CdSnO}_3$ 、 $\text{ITO}(\text{In}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2)$ などの金属酸化物が挙げられる。

【0036】電着樹脂は、種々の欠陥、例えばピンホール、粒界、基体101及び下部電極102(または上部電極206)のスパイク状欠陥等によって発生したショートあるいはシャント部分を絶縁するために用いられ、さらには、耐湿性を向上させる機能を合わせ持っている。太陽電池のシャント抵抗は理想的には無限大であるが、 $10^3 \sim 10^6 \Omega \text{cm}^2$ 程度であれば太陽電池の変換効率には影響がない。しかしながら、欠陥によるシャントやショートが存在し、 $1 \text{K}\Omega \text{cm}^2$ 以下になると変換効率は著しく低下する。

【0037】電着樹脂は、欠陥部分に直接堆積していることが必要である。電着の工程としては、半導体層105、203の形成直後に電着を行っても良くあるいは、

8

上部電極106(または下部電極202)を形成後に、電着を行っても良い。

【0038】絶縁性、耐湿性を有する電着樹脂の骨格樹脂としては、アクリル樹脂、ポリエステル樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、フッ素樹脂、メラミン樹脂、ブタジエン樹脂等の中から、所望に応じて適宜選択される。また、これらの樹脂を水溶化して電気泳動を行わせるために、水溶液中で樹脂が電離しイオンが生じるような官能基を、導入することが必要である。官能基としては、カルボキシル基、アミノ基などがある。官能基の極性に応じて、以上の樹脂を分散した電着塗料は、カチオン系とアニオン系とに分類できる。それぞれ、太陽電池に印加する極性が異なるので、太陽電池の所望の極性に応じて適宜選べば良い。

【0039】さらに加熱により電着樹脂を硬化させるためにはメラミン架橋、炭素-炭素二重結合、ウレタン結合などを利用するためこれらの架橋反応が起こるような官能基を骨格樹脂または側鎖に適宜導入する。

【0040】また、一方電着樹脂は、太陽電池の欠陥部分以外には成膜されないことが必要であり、このためには電着後に不要な塗料が洗浄され易いことが要求される。従って、このためには望ましい最低造膜温度(MFT)  $50^\circ\text{C}$ 以上である。

【0041】これらの電着樹脂の均一な膜を得るためには、溶液中では樹脂が沈澱せずに安定に懸濁する事が重要である。このためには、樹脂は適当な大きさのミセルとなっていることが望ましい。前記ミセルの粒径は、10から100nm位の範囲であることが望ましく、また、前記粒径は単分散であることが望ましい。前記ミセルを構成する骨格樹脂の好適な分子量としては数平均分子量が1000~2000程度である。耐光性、耐熱性、耐湿性、欠陥部分の選択性などの向上のために電着樹脂に無機顔料、セラミックス、ガラスフリット、微粒子ポリマーなどのフィラーを分散することも可能であり所望に応じ適宜選択して用いる。太陽電池の欠陥部分を選択的に、かつ、有効に絶縁するためには単位電気量あたりの電着膜重量が大きい方が好ましく、このためには電着塗料のクーロン効率は $10 \text{mg}/\text{C}$ 以上であることが好ましい。

【0042】電着塗料の溶剤としては、透明導電体層、半導体層及び導電体層などの太陽電池構成材料を容易には溶解しない濃度の酸またはアルカリを含む溶液、又はそれらの金属塩を含む溶液を用いられる。なお、該金属塩としては、該塩を構成する金属が、その標準電極電位が負で、水素過電圧の値が標準電極電位の絶対値よりも小さい塩が用いられる。電着塗料は脱イオン水により希釈して用いられるが、成膜性の良好な範囲としては、固形分が1%から25%位の範囲が良い。また、液の電導度は樹脂が安定に懸濁し、電気泳動が起こり易く、しかも所望の欠陥部分に堆積が起こり易いように、 $100 \mu$

S/cmから2000 $\mu$ S/cmの範囲であることが望ましい。

【0043】堆積した電着膜については、太陽電池の製造方法によっては、電着後に溶剤を用いたり熱処理を行うような工程がある場合はこれらの処理によって影響されないことが要求される。また、太陽電池の欠陥部分は、それ自体発電に寄与しない部分であるが、選択的に電着膜の堆積が行われた場合に於いても、欠陥部分の実質的な面積に比較して広い面積に堆積すると考えられるため、正常な部分の光入射を妨げないように電着塗料は光透過性の材料であることが望ましい。さらに、太陽電池として屋外で使用する場合の環境を考え、耐候性が良く、熱、湿度及び光に対する安定性が要求される。また、太陽電池の使用時に於いて、場合によっては、太陽電池が曲げられたり衝撃が与えられるため、機械的な強度及び剥離強度を合わせ持つ必要がある。また、以上の電着した塗膜の膜厚としては電気的絶縁性と、耐湿性が保たれ、かつ、光透過性を損なわれないことが好ましいことから樹脂の種類により適宜選択されるが代表的には500nmから50 $\mu$ m位が適当である。

【0044】次に、グリッド電極107は半導体層103、104、105で発生した起電力を取り出すための電極であり集電電極と呼ばれる。グリッド電極107は半導体層105あるいは上部電極106のシート抵抗の大きさから好適な配置が決定されるがほぼ串状に形成され、光の入射をできるだけ妨げないように設計される。グリッド電極は、比抵抗が低く太陽電池の直列抵抗とならないことが要求され、所望の比抵抗としては $10^{-2}\Omega\text{cm}\sim 10^{-5}\Omega\text{cm}$ であり、グリッド電極の材料としては、Ti、Cr、Mo、W、Al、Ag、Ni、Cu、Sn等の金属材料及びAg、Pt、Cu、C等の金属またはこれらの合金の粉末にポリマーのバインダー、バインダーの溶剤を適度な比率で混合し、ペースト状としたいわゆる導電性ペーストが挙げられる。

【0045】本発明において用いられるバスバー108は、グリッド電極107を流れる電流を更に一端に集めるための電極である。電極材料としてはAg、Pt、Cu、等の金属やCまたはこれらの合金からなるものを用いることができ、形態としてはワイヤー状、箔状のものを張り付けたり、グリッド電極107と同様の導電性ペーストを用いても良い。箔状のものとしては例えば銅箔や、或いは銅箔にスズメッキしたもので、場合によっては接着剤付きのものが用いられる。

【0046】以上のように作製された太陽電池は、屋外使用の際、耐候性を良くし機械的強度を保つために公知の方法でエンカプシュレーションをしてモジュール化される。エンカプシュレーション用材料の具体例としては、接着層については、太陽電池との接着性、耐候性、緩衝効果の点からEVA（エチレンビニールアセテート）が好適に用いられる。また、さらに耐湿性や耐傷性

を向上させるために、表面保護層としては弗素系の樹脂が積層される。弗素系の樹脂としては、例えば4フッ化エチレンの重合体TFE（デュボン製テフロンなど）、4フッ化エチレンとエチレンの共重合体ETFE（デュボン製テフゼルなど）、ポリフッ化ビニル（デュボン製テドラーなど）、ポリクロロフルオロエチレンCTFE（ダイキン工業製ネオフロン）等が挙げられる。またこれらの樹脂に紫外線吸収剤を加えることで耐候性を向上させても良い。これらの樹脂を太陽電池基体と積層する方法としては、例えば真空ラミネーターのような市販の装置を用いて真空中で加熱圧着する方法が挙げられる。

【0047】本発明の太陽電池の製造方法に於いては、半導体層（n層、i層、p層）及び下部電極、上部電極、グリッド電極、バスバー等の形成方法は公知の方法により作製される。

【0048】半導体層の成膜法としては、蒸着法、スパッタ法、高周波プラズマCVD法、マイクロ波プラズマCVD法、ECR法、熱CVD法、LPCVD法等公知の方法を所望に応じて用いる。半導体層は、例えば非晶質シリコンの場合、シランガスなどのプラズマCVDにより、多結晶シリコンの場合、熔融シリコンのシート化により、CuInSe<sub>4</sub>/CdSの場合、電子ビーム蒸着、スパッタリング、電解液の電気分解による析出などの方法で形成される。工業的に採用されている方法としては、原料ガスをプラズマで分解し、基体上に堆積させるプラズマCVD法が好んで用いられる。また、反応装置としては、パッチ式の装置や連続成膜装置などが所望に応じて使用できる。価電子制御された半導体を作製する場合は、リン、ボロン等を構成原子として含むPH<sub>3</sub>、B<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガス等を同時に分解することにより行なわれる。

【0049】本発明の太陽電池において好適に用いられるp層またはn層を構成する半導体材料としては、前述したi層を構成する半導体材料に価電子制御剤をドーピングすることによって得られる。周期律表第IV族堆積膜を得る場合、p型半導体を得るための価電子制御剤としては周期律表第III族の元素を含む化合物が用いられる。第III族の元素としては、B、Al、Ga、Inが挙げられる。n型半導体を得るための価電子制御剤としては周期律表第V族の元素を含む化合物が用いられる。第V族の元素としては、P、N、As、Sbが挙げられる。

【0050】下部電極はメッキ、蒸着、スパッタ等の方法で作成される。上部電極の作製方法としては、抵抗加熱蒸着法、電子ビーム加熱蒸着法、スパッタリング法、スプレー法等を用いることができ所望に応じて適宜選択される。

【0051】以下に、図1の構成の太陽電池を作製する工程で行う本発明のフォーミング処理、ショートパクション処理、及び電着処理について説明するが、図

2の構成の太陽電池についても同様に行われる。

【0052】フォーミング処理は、基体上に導電体層及び半導体層（または更に透明導電体層）が形成された光電変換体の導電体層と半導体層（または透明導電体層）との間に電圧を印加して、半導体層及び透明導電体層に存在する欠陥部（周囲よりも電気抵抗が低い部分）を選択的かつ強制的に絶縁破壊させることにより、欠陥部の電気抵抗を著しく低下させる工程である。印加電圧の値は、導電体層と半導体層（または透明導電体層）との間に実質印加される値として、2ないし10V程度であるが、該光電変換体の正常な部分までが絶縁破壊されないような電圧を選ばなくてはならない。また、印加する電流は該光電変換体に対して、逆バイアスの直流または順バイアスと逆バイアスとが所定の周期で交互に入れ替わる電流を用いる。

【0053】フォーミング処理装置の一例を図6の模式図に示す。601はフォーミング処理される光電変換体で、基体を下側にして602の導電性受け台の上に置き、導電体層と該受け台とを電気的に接続する。603は電源、604は導線、605は電圧印加部駆動部、606は電圧印加部である。電圧印加部は、半導体層（または透明導電体層）の表面に軽く接触しながら電圧を印加すると共に、電圧印加部駆動部により光電変換体601に平行に移動して、光電変換体601の全面に均一に電圧を印加する。電圧印加部は、光電変換体601の表面を傷つけないようにするために、導電性の柔らかいブラシやゴムローラーなどを用いて作ることが好ましい。電圧印加部と光電変換体との相対移動速度（フォーミング処理速度）は生産性の観点からはできるだけ早い方が好ましいが、処理が確実に行われるためには、20cm/分から300Cm/分の間が好ましい。

【0054】また、図6では電圧印加部606が移動する例を示したが、電圧印加部606が固定されていて、光電変換体601が移動することでも同様の効果が得られる。

【0055】ショートパッシベーション処理は、基体上に、導電体層、半導体層、透明導電体層とがその順序で形成されている光電変換体の欠陥部分を選択的に電気化学的に還元処理して、欠陥部分を構成する物質の一部または全部を溶解除去する工程である。使用する電解装置の一例を図7の模式図に示す。電解槽701の中に電解液702を満たす。その中に、導線707をそれぞれに接続したアノード703と光電変換体のカソードとして浸漬する。それぞれの導線707を直流電源706に接続する。カソード側の導線707は導電体層に接続される。

【0056】半導体層705と透明導電体層708はその順序で基体704の上に形成されている。電解液702は透明導電体層を容易には溶解しない濃度の塩酸、硝酸または硫酸などの酸または水酸化カリウム、または水

酸化ナトリウム等のアルカリの水溶液、あるいは金属塩の水溶液である。該金属塩としては、塩を構成する金属の標準電極電位が負で、水素過電圧の値が標準電極電位の絶対値よりも小さい金属からなる塩が用いられる。具体的には、塩化アルミニウム、硫酸マグネシウム、食塩などである。電気分解を効率的に行うために、電解液の電気抵抗を十分に低くする必要がある。0.05～1.0S/cm程度に設定することが好ましい。

【0057】対向電極であるアノード703の材料としては、電解液に不活性な、白金、チタン、黒鉛などが用いられる。カソードに印加する電圧は、水素過電圧などを考慮して2V以上が必要である。また、電解電流密度は、副反応を防止するために0.1～50mA/cm<sup>2</sup>が好ましい。

【0058】欠陥部分を選択的に電着樹脂を堆積する工程は、欠陥部分を有する太陽電池と対向電極とを電着塗料中に浸漬し、前記太陽電池と前記対向電極との間に電圧を印加して欠陥部分に電着皮膜を堆積することにより行われる。この工程に使用される電着層の模式図を図5に示す。図5は、上部電極を形成した光電変換体を電着処理する例を示している。501は電解槽、502は電着塗料液、503は対向電極、504は導電性基体（基体上に下部電極を設けた基板）、505は半導体層、506は電源、507はそれぞれの電極と電源506とを結ぶ導線、508は上部電極である透明導電体層である。

【0059】前記太陽電池から端子を取り出す場合には図5に示すように導電性基体あるいは下部電極から取り出せば良い。対向電極503の材質としては、電着塗料中で腐食されないことが要求され、耐食性のある白金、黒鉛、ニッケル、ステンレスなどが好適に用いられる。また、対向電極503の面積は、前記太陽電池の面積に対して一定の比率とする事が電着を均一にするために必要であり、いわゆる極比として、太陽電池面積と対向電極面積との比は1/2から2/1の範囲であることが好ましい。また、太陽電池と対向電極503との極間距離は電着の均一性を保つために重要な因子であるが、電着塗料502の電導度や印加する電圧などの諸条件により好適な範囲があり一般的には10mmから100mmが望ましい。

【0060】電着膜が太陽電池の欠陥部分のみに選択的に堆積するために、基体504が導電性の場合、基体及びその他の導電性部分を電着塗料502中にさらすことは好ましくなく、このため、前記太陽電池の光入射側の裏面となる導電性基体504の表面を、プラスチックフィルムやゴム磁石などの絶縁性被覆材で覆うことが望ましい。また、太陽電池が光照射されると欠陥部分以外の正常部分では光起電力により低抵抗化するため欠陥部分の抵抗値と正常部分の抵抗値の相対比が小さくなり選択性が低くなってしまふ。従って、必要に応じて暗中で電

着する事で所望の選択性が達成できるようになる。

【0061】電着は、定電圧法でも定電流法でも行うことが出来るが、例えば、定電圧法では、太陽電池に印加する電圧は、印加電圧としては、ネルンストの式で定義される電極電位から計算される水素発生電位以上の電圧、具体的には、水の理論分解電圧に過電圧を加えた値である2ボルト以上の電圧が必要である。さらに、電着塗料の電導度や太陽電池に印加する電圧の極性が逆バイアスである場合と順バイアスである場合とでは好ましい印加電圧の範囲は異なるためそれぞれの太陽電池の構成、面積及び、電着塗料の電導度などの物性、印加電圧の極性など種々の点から好適な電圧範囲が決定されるが、およそ2Vから200Vの範囲である。

【0062】また、印加した電圧の一部は太陽電池にも印加されることになるため、太陽電池に対して逆バイアスとなるような極性の場合には、太陽電池が絶縁破壊しない範囲の電圧でなければならない。また、逆に、太陽電池に対して順バイアスとなるような極性の場合には太陽電池に順方向電流が流れるため選択性が劣ることになり欠陥部以外の部分にも電着膜が析出し易くなる。この点を考慮して選択性を損なわない電圧としなければならない。

【0063】定電流法による電着に於いては、太陽電池のシャントの程度にもよるが、緻密な電着膜を形成するために好ましくは、電流密度は、0.1から10A/dm<sup>2</sup>の範囲が良い。

【0064】上記の定電圧法、定電流法の何れの方法に於いても電着の終点の決定の仕方としては、時間による方法、クーロン量による方法が可能である。電着塗膜は高抵抗であるため、一定の膜厚になるとその部分には成膜がなされないため、太陽電池の構成によっては欠陥部分の堆積がなされたときに電着が自動的に終了し、電流が流れなくすることも可能である。しかしながら、太陽電池に対して順方向バイアスを印加するような場合は電着初期には選択性があっても時間の経過と共に正常部分にも堆積が起こるため、前述したように、時間やクーロン量による電着終点の管理が必要となる。

【0065】以上の説明に於いては太陽電池はシート状であり、電着プロセスは枚葉処理であったが、必要に応じてロールツーロールで行うことも可能である。ロールツーロール処理に適する装置を図8に示す。この図に於ける好ましい実施態様例としては、太陽電池807はステンレス基体上に堆積されたn1p型アモルファスシリコンであり、またはその上にITOの上部電極が形成されたものである。太陽電池807は送り出しロール801から送り出され電着槽803に浸漬され、対向電極806との間に電圧が印加される。洗浄槽804、乾燥炉805を通過した後巻き取りロール802に巻き取られる。電着槽806に浸漬する前に、不図示のプラスチックフィルムロールから太陽電池裏面マスク用のフィルム

が送り出されて前記太陽電池裏面と張り合わせられる。電着が完了した後は再び剥離され洗浄乾燥後巻き取られる。太陽電池の基体と接する導電性ローラー808と電着槽内に設置された対向電極806との間に電圧が印加される。

【0066】以上の一連の処理工程を図3及び図4を用いて説明する。

【0067】図3(A)の301は導電性基体、302は半導体層、303は透明導電体層、304は欠陥部である。図3(B)はフォーミング処理後の様子を示したもので、305はフォーミングによって欠陥部近傍の電気抵抗が低下した部分である。図3(C)はショートパッシベーション処理後の状態であり、306はショートパッシベーションにより溶解除去された電気抵抗の低い部分である。図3(D)は電着処理後で、307はショートパッシベーションによって形成された空洞部及び欠陥部が電着樹脂によって封止されたものである。

【0068】図4(A)の401は導電性基体、402は半導体層、403は欠陥部である。図4(B)はフォーミング処理後の様子を示したもので、404はフォーミングによって欠陥部近傍の電気抵抗が低下した部分である。図4(C)は樹脂電着処理後で、405は電着した樹脂である。図4(D)は、ITO堆積後で、406は半導体層及び欠陥部を封止した樹脂の上に堆積したITOである。

【0069】図3及び4においては、導電性基体上に半導体層と透明導電体層形成した構成としたが、前述したように透明基体上に透明導電体層、半導体層及び導電体層を形成した構成であっても良いことは言うまでもない。

【0070】グリッド電極107は串状に形成するため形成方法には、マスクパターンを用いたスパッタリング、抵抗加熱、CVDの蒸着方法、あるいは全面に金属層を蒸着した後にエッチングしてパターニングする方法、光CVDにより、直接グリッド電極パターンを形成する方法、グリッド電極パターンのマスクを形成した後にメッキにより形成する方法、導電性ペーストを印刷して形成する方法等がある。

【0071】導電性ペーストの電極は従来知られたスクリーン印刷法を用いることにより生産性良く作製できる。スクリーン印刷法はナイロンやステンレスで出来たメツシュに所望のパターニングを施したスクリーンを用いて導電性ペーストを印刷インキとして用いるものであり電極幅としては、最小で50μm位とする事ができる。印刷機は市販のスクリーン印刷機が好適に用いられる。スクリーン印刷した導電性ペーストはバインダーを架橋させるためと溶剤を揮発させるために乾燥炉で加熱する。

【0072】

【実施例】以下、実施例により、本発明の太陽電池の構

成及び本発明の太陽電池製造方法を更に詳しく説明するが、本発明はこれらの実施例により限定されるものではない。

#### 【0073】(実施例1)

(1-1) 図1(A)に示す層構成の太陽電池を以下のようにして作製した。まず、十分に脱脂、洗浄を行った SUS430BA製基体(30cm×30cm、厚み0.2mm)101を不図示のDCスパッタ装置に入れCrを200nm堆積し、下部電極102を形成した。基体101を取り出し、不図示のRFプラズマCVD成膜装置に入れn層103、i層104、p層105の順で堆積を行った。その後、不図示の抵抗加熱の蒸着装置に入れて、InとSnの合金を抵抗加熱により蒸着し、反射防止効果を兼ねた機能を有する透明な上部電極106を70nm堆積し、太陽電池を作成した。

【0074】次に、前記太陽電池を図6のフォーミング処理装置にてフォーミングした。印加電圧は逆バイアスの直流で3V、処理速度は180cm/分である。フォーミング処理を施した太陽電池を図7のショートパッシベーション装置にてパッシベーション処理した。電解槽に10%のAlCl<sub>3</sub>水溶液を満たし、前記太陽電池の裏面側をプラスチック製の絶縁フィルムで覆い、図7の電解槽に浸漬した。太陽電池の導電性基体側にマイナス4Vの電圧を印加して3秒間保持した。この工程でシャント部のITOと欠陥部の一部が除去された。洗浄後に乾燥を行った。

【0075】続いて、前記処理を施した太陽電池の基体504の裏面側をプラスチック製の絶縁性フィルムで覆い、電着時に基体504の裏面に電着が施されないようにして図5の電解槽に浸漬した。対向電極503として、極比が1:1となるように30cm×30cmの大きさで、前記基体504に対して裏側になる面をプラスチック製の絶縁性フィルムを用いてシールしたSUS304ステンレス板を用いた。電着塗料502は固形分20%のアクリル系カチオン電着塗料を用いた。基体504にマイナス10Vの電圧を印加して10秒間保持し、電着を行った。太陽電池を電解槽から引き上げ、純水で十分に洗浄を行い、未反応の電着塗料を洗い流し、50℃のオープンに投入し、30分放置して水分を乾燥させた。その後、オープンの温度を10℃/分の速度で昇温し、180℃に達してから30分保持し電着樹脂の硬化を行った。

【0076】その後、太陽電池をオープンから取り出し冷却後太陽電池の一部を切り出して、ITOの表面を走査型電子顕微鏡で観察したところ該ITO508の表面には、約5μm~30μmの径の半球状の堆積物が点在して観察された。この部分について、顕微鏡機能付きFTIRを用いて赤外吸収スペクトル分析したところ、アクリル樹脂特有の吸収があり電着塗料が堆積していることが確認された。さらにレーザーテック社製2LM21

走査型レーザー顕微鏡を用いてこの試料のOBIC(光励起電流顕微鏡)像を観察したところ、前記電着塗料の堆積部分のみが発電せず、従って、前記堆積膜はシャント部分にのみ堆積していることが確認された。

【0077】次に、前記電着処理済の太陽電池を不図示のスクリーン印刷機に設置し、幅100μm長さ8cmのグリッド電極107を間隔1cmで印刷した。このとき導電性ペーストはAgフィラー70部、ポリエステルバインダー30部(体積比)、溶剤として酢酸エチルを20部含む組成のものを用いた。印刷後、太陽電池をオープンに入れて150℃で30分間保持し、導電性ペーストをキュアした。

【0078】さらに、幅5mmの接着剤つき銅箔のバスバー108を図1(B)に示すように接着し30cm角のシングルセルを作製した。同様の方法で試料を10枚作製した。

【0079】次に、これら試料のエンカプシュレーションを以下のように行った。太陽電池の表裏にEVAを積層しさらにその外側にフッ素樹脂フィルムETFE(エチレンテトラフルオロエチレン)(デュポン製製品名テフゼル)を積層した。続いて、真空ラミネーターに投入して150℃で60分間保持し、真空ラミネーションを行って太陽電池モジュールを作製した。

【0080】得られた太陽電池モジュールの初期特性を以下のようにして測定した。

【0081】まず、試料の暗状態での電圧電流特性を測定し、原点付近の傾きからシャント抵抗を求めたところ500KΩcm<sup>2</sup>~300KΩcm<sup>2</sup>と、良好な特性を示し、またばらつきも少なかった。次に、AM1.5グローバルの太陽光スペクトルで100mW/cm<sup>2</sup>の光量の疑似太陽光源(以下シミュレータと呼ぶ)を用いて太陽電池特性を測定し、変換効率を求めたところ6.8%±0.5%で、良好な特性でありばらつきも少なかった。

【0082】これらの試料の信頼性試験を、日本工業規格C8917の結晶系太陽電池モジュールの環境試験方法及び耐久試験方法に定められた温湿度サイクル試験A-2に基づいて行った。

【0083】まず、試料を温湿度が制御できる恒温恒湿器に投入し、-40℃から+85℃(相対湿度85%)に変化させるサイクル試験を10回繰り返して行った。次に、試験終了後の試料を初期と同様にシミュレータを用い太陽電池特性を測定したところ、初期変換効率に対して平均で95%であり、有意な劣化は生じなかった。また、シャント抵抗を測定したところ約10%の減少で有意な劣化はなかった。このことから、本発明の一連の処理が良好な効果を有することがわかった。

【0084】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した太陽電池は歩留まりが良く良好な特性であり、信頼性も良いことがわかる。



17

(1-2) 次に、電着処理で、電着塗料として固形分10%のアクリル系アニオン電着塗料を用い、基体にプラス10Vを印加した以外は、上記実施例1-1と同様な方法、手順により太陽電池の欠陥封止を行った。

【0085】その後、太陽電池の一部を切り出して、ITOの表面を走査型電子顕微鏡で観察したところ該ITO508の表面には、約5 $\mu$ m~50 $\mu$ mの径の半球状の堆積物が点在して観察された。この部分について、顕微鏡機能付きFTIRを用いて赤外吸収スペクトル分析したところ、アクリル樹脂特有の吸収があり電着塗料が堆積していることが確認された。さらにこの試料のOBIC像を観察したところ、前記電着塗料の堆積部分のみが発電せず、従って、前記堆積膜はシャント部分にのみ堆積していることが確認された。

【0086】次に、グリッド電極、バスバーを形成し、さらにエンカプシュレーションを行い太陽電池モジュールを作製した。得られた太陽電池モジュールのシャント抵抗は、500K $\Omega$ cm<sup>2</sup>~300K $\Omega$ cm<sup>2</sup>と、良好な特性を示しばらつきが少なかった。また、変換効率は、6.1% $\pm$ 0.5%で、良好な特性でありばらつきも少なかった。

【0087】また、試験終了後の太陽電池特性は、初期変換効率に対して平均で98%であり、有意な劣化は生じなかった。また、シャント抵抗は約10%の減少で有意な劣化はなかった。このことから、本発明の一連の処理が良好な効果を有することがわかった。

【0088】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した太陽電池は歩留まりが良く良好な特性であり、信頼性も良いことがわかる。

【0089】(比較例1) 比較のため実施例1と同様の構成でフォーミング、ショートパッシベーション及び電着処理をを行わない太陽電池を以下のようにして作製した。

【0090】実施例1と同様に基体101上に上部電極106までを形成した。次に、実施例1と同様にグリッド電極107を印刷した。さらに接着剤付きの銅箔をバスバー108として積層し、30cm角のシングルセルを作製した。

【0091】次にこの試料のエンカプシュレーションを実施例1と同様に行った。得られた試料の初期特性を実施例1と同様の手順で測定したところ、変換効率は4.1%、シャント抵抗は3.8K $\Omega$ cm<sup>2</sup>であり、実施例1に比較してシャント抵抗が低く、このため変換効率は低いものであった。

【0092】次にこの試料の信頼性試験を実施例1と同様に評価した。温湿度サイクル試験終了後の試料の太陽電池特性を測定したところ初期値に対し86%の変換効率であり有意な劣化が起きていた。また、シャント抵抗を測定したところ約20%まで低下しており、信頼性試験後においてシャントが発生していることがわかった。

18

【0093】この試料のシャント部分を以下のようにして確認した。まず、試料に1.5Vの逆バイアスを印加する。シャント部分には電流が流れ発熱するが正常な部分は逆バイアスなので電流が流れず発熱しない。この状態で試料表面を赤外線検出力メラで観察したところ発熱部分が観察されグリッド電極107の下でシャントしている事がわかった。

【0094】(実施例2)

(2-1) 次に図2の構成の太陽電池を実施例1とほぼ同様に作製した。

【0095】まず、30cm角のガラス基体(コーニング7059)201上に不図示の蒸着装置を用いてSnO<sub>2</sub>の透明な上部電極206を堆積した。その後、上部電極206を幅2cmのサブセルが5mm幅のギャップを開けて並ぶようにエッチングしてバターニングを施した。次に、メタルマスクを用いて前記上部電極206とほぼ重なり合うようにp層205、i層204、n層203を堆積した。更にn層203までを堆積した基体201を、メタルマスクを用いて不図示のスパッタ装置に投入してアルミニウムの下部電極を形成し、10段直列の30cm角のシングルセルを作成した。

【0096】次に、実施例1と全く同様にして、フォーミング、ショートパッシベーション処理を行った。続いて、前記処理を施した基体201を電解槽701に浸漬し、エポキシ系カチオン電着塗料を用いて電着処理した。

【0097】以上の作製法で試料を10枚作製した。得られた試料の初期特性は、変換効率6.4% $\pm$ 1%、シャント抵抗は350~200K $\Omega$ cm<sup>2</sup>であった。

【0098】次にこの試料の信頼性試験を実施例1と同様に評価した。温湿度サイクル試験終了後の太陽電池特性を測定は、初期値に対し97%であり、劣化は生じなかった。また、シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0099】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した本発明の太陽電池は歩留まりが良く、良好な特性で有り耐久性も良いことがわかる。

(2-2) エポキシ系アニオン電着塗料を用いて電着処理した以外は実施例2-1と同様にして、太陽電池モジュールを作製した。

【0100】得られた太陽電池モジュールの初期特性は、変換効率6.0% $\pm$ 1%、シャント抵抗は350~200K $\Omega$ cm<sup>2</sup>であった。また、温湿度サイクル試験終了後の太陽電池特性を測定は、初期値に対し97%であり、劣化は生じなかった。また、シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0101】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した本発明の太陽電池は歩留まりが良く、良好な特性で有り耐久性も良いことがわかる。

【0102】(実施例3)

19

(3-1) 次に図1(A)の構成の太陽電池を実施例1とはほぼ同様に作製した。

【0103】実施例1と同様にSUS430BA製基体(30cm×30cm、厚み0.2mm)101上に下部電極102を形成した。基体101を取り出し、不図示のRFプラズマCVD成膜装置に入れ、n層103、i層104、p層105の順で堆積を行った。次に、反射防止効果を兼ねた機能を有する透明な上部電極106を70nm堆積した。

【0104】次に、実施例1と全く同様に、フォーミング、ショートパッシベーション処理を行った後に、実施例1と同様に前記基体101の裏面側をプラスチック製の絶縁性フィルムで覆い、図7の電解槽に浸漬した。スチレン系カチオン電着塗料を用いて絶縁化処理を行った。純水で十分に洗浄し、オープンで電着樹脂の硬化を行った。その後、基体101をオープンから取り出し冷却後、さらに接着剤付きの銅箔のバスバー108を積層し、30cm角のシングルセルを作製した。同様に10枚の試料を作製した。

【0105】さらに、この試料のエンカプシュレーションを実施例1と同様に行った。得られた試料の初期特性は、6.5%±1%、シリーズ抵抗は4Ωcm<sup>2</sup>であり良好な特性であった。

【0106】次にこの試料の耐久特性を実施例1と同様に評価した。温湿度サイクル試験終了後の太陽電池特性は初期値に対し98%であり、劣化は生じなかった。シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0107】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した本発明の太陽電池は歩留まりが良く良好な特性で有り耐久性も良いことがわかる。

(3-2) スチレン系アニオン電着塗料を用いて電着処理した以外は実施例3-1と同様にして、太陽電池モジュールを作製した。

【0108】得られた太陽電池モジュールの初期特性は、変換効率6.4%±1%、シリーズ抵抗は4Ωcm<sup>2</sup>であり良好な特性であった。温湿度サイクル試験終了後の太陽電池特性は初期値に対し98%であり、劣化は生じなかった。また、シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0109】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した本発明の太陽電池は歩留まりが良く、良好な特性で有り耐久性も良いことがわかる。

【0110】(実施例4)

(4-1) 図1(A)の構成の太陽電池をフォーミング及びショートパッシベーション処理した後電着する工程で作成した。まず、実施例1と同様にSUS430BA製基体(30cm×30cm、厚み0.2mm)101上に下部電極102を形成し、その後、不図示のRFプラズマCVD成膜装置に入れn層103、i層104、

20

p層105の順で堆積を行った。実施例1と同様に、反射防止効果を兼ねた機能を有する透明な上部電極106を70nm堆積した。

【0111】次に、実施例1と全く同様にして、フォーミング及びショートパッシベーション処理を行った。その後図7の電解槽でフッ素系カチオン電着塗料を用いて絶縁化処理を施した。純水で十分に洗浄し、オープンで160℃で40分加熱硬化を行った。その後、基体101をオープンから取り出し冷却後、さらに接着剤付きの銅箔のバスバー108を積層し、30cm角のシングルセルを作製した。同様に10枚の試料を作製した。

【0112】さらに、この試料のエンカプシュレーションを実施例1と同様に行った。得られた試料の初期特性は変換効率が7.1%±1%、シリーズ抵抗は4Ωcm<sup>2</sup>であり良好な特性であった。

【0113】次にこの試料の信頼性試験を実施例1と同様にした。温湿度サイクル試験終了後の太陽電池特性は初期値に対し96%であり、劣化は生じなかった。シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0114】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した本発明の太陽電池は歩留まりが良く、良好な特性で有り耐久性も良いことがわかる。

(4-2) スチレン系アニオン電着塗料を用いて電着処理した以外は実施例4-1と同様にして、太陽電池モジュールを作製した。

【0115】得られた太陽電池モジュールの初期特性は、変換効率7.1%±1%、シリーズ抵抗は4Ωcm<sup>2</sup>であり良好な特性であった。温湿度サイクル試験終了後の太陽電池特性は初期値に対し98%であり、劣化は生じなかった。また、シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0116】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した本発明の太陽電池は歩留まりが良く、良好な特性で有り耐久性も良いことがわかる。

【0117】(実施例5)

(5-1) 図1(A)に示す層構成の太陽電池を以下のようにして作製した。まず、十分に脱脂、洗浄を行ったSUS430BA製基体(30cm×30cm、厚み0.2mm)101を不図示のDCスパッタ装置に入れCrを200nm堆積し、下部電極102を形成した。基体101を取り出し、不図示のRFプラズマCVD成膜装置に入れn層103、i層104、p層105の順で堆積を行った。

【0118】次に、前記太陽電池を図6のフォーミング処理装置にてフォーミングした。印加電圧は逆バイアスの直流で2.5V、処理速度は200cm/分である。

【0119】次に、前記処理を施した太陽電池の基体504の裏面側をプラスチック製の絶縁性フィルムで覆い、電着時に基体504の裏面に電着が施されないよう

にして図5の電解槽に浸漬した。対向電極503として、極比が1:1となるように30cm×30cmの大きさで、前記基体504に対して裏側になる面をプラスチック製の絶縁性フィルムを用いてシールしたSUS304ステンレス板を用いた。電着塗料502は固形分25%のアクリル系カチオン電着塗料を用いた。基体504にマイナス10Vの電圧を印加して10秒間保持し、電着を行った。太陽電池を電解槽から引き上げ、純水で十分に洗浄を行い、未反応の電着塗料を洗い流し、50℃のオープンに投入し、30分放置して水分を乾燥させた。その後、オープンの温度を10℃/分の速度で昇温し、180℃に達してから30分保持し電着樹脂の硬化を行った。

【0120】その後、太陽電池をオープンから取り出し冷却後太陽電池の一部を切り出して、半導体層の表面を走査型電子顕微鏡で観察したところ該半導体層505の表面には、約5μm~25μmの径の半球状の堆積物が点在して観察された。この部分について、顕微鏡機能付きFTIRを用いて赤外吸収スペクトル分析したところ、アクリル樹脂特有の吸収があり電着塗料が堆積していることが確認された。さらにこの試料のOBIC像を観察したところ、前記電着塗料の堆積部分のみが発電せず、従って、前記堆積膜はシャント部分にのみ堆積していることが確認された。

【0121】次に、前記電着処理済の太陽電池を不図示の抵抗加熱の蒸着装置に入れて、InとSnの合金を抵抗加熱により蒸着し、反射防止効果を兼ねた機能を有する透明な上部電極106を70nm堆積した。

【0122】次に、前記ITO付き太陽電池を不図示のスクリーン印刷機に設置し、幅100μm長さ8cmのグリッド電極107を間隔1cmで印刷した。このとき導電性ペーストはAgフィラー70部、ポリエステルバインダー30部（体積比）、溶剤として酢酸エチルを20部含む組成のものを用いた。印刷後、太陽電池をオープンに入れて150℃で30分間保持し、導電性ペーストをキュアした。

【0123】さらに、幅5mmの接着剤つき銅箔のバスバー108を図1(B)に示すように接着し30cm角のシングルセルを作製した。同様の方法で試料を10枚作製した。

【0124】次に、これら試料のエンカプシュレーションを以下のように行った。太陽電池の表裏にEVAを積層しさらにその外側にフッ素樹脂フィルムETFE（エチレンテトラフルオロエチレン）（デュポン製製品名テフゼル）を積層した後、真空ラミネーターに投入して150℃で60分間保持し、真空ラミネーションを行い太陽電池モジュールを作製した。

【0125】得られた太陽電池モジュールの初期特性を測定した。シャント抵抗は、500KΩcm<sup>2</sup>~300KΩcm<sup>2</sup>と、良好な特性を示し、ばらつきも少なかった。

た。また、太陽電池特性は6.2%±0.5%で、良好な特性であり、ばらつきも少なかった。これらの太陽電池モジュールの信頼性試験を実施例1と同様にして行った。試験終了後の太陽電池特性は初期変換効率に対して平均で95%であり有意な劣化は生じなかった。また、シャント抵抗は約10%の減少で有意な劣化はなかった。このことから、本発明の一連の処理が良好な効果を有することがわかった。

【0126】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した太陽電池は歩留まりが良く良好な特性であり、信頼性も良いことがわかる。

（5-2）電着樹脂として固形分25%のアクリル系アニオン性電着樹脂を含む電着塗料を用い、基板にプラス10Vを印加して電着処理を行った以外は実施例5-1と同様にして太陽電池モジュールを作製した。

【0127】得られた試料の初期特性を測定した。シャント抵抗は、500KΩcm<sup>2</sup>~300KΩcm<sup>2</sup>と、良好な特性を示しばらつきが少なかった。また、太陽電池特性は6.5%±0.5%となり、良好な特性でありばらつきも少なかった。これらの試料の信頼性試験を実施例1と同様にして行った。試験終了後の太陽電池特性は初期変換効率に対して平均で95%であり有意な劣化は生じなかった。また、シャント抵抗は約10%の減少で有意な劣化はなかった。このことから、本発明の一連の処理が良好な効果を有することがわかった。

【0128】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した太陽電池は歩留まりが良く良好な特性であり、信頼性も良いことがわかる。

【0129】（実施例6）

（6-1）次に図2の構成の太陽電池を実施例5とほぼ同様に作製した。

【0130】まず、30cm角のコーニング7059基体201上に不図示の蒸着装置を用いてSnO<sub>2</sub>の透明な上部電極206を堆積した。その後、上部電極206を幅2cmのサブセルが5mm幅のギャップを開けて並ぶようにエッチングしてパターンニングを施した。次に、メタルマスクを用いて前記上部電極206とほぼ重なり合うようにp層205、i層204、n層203を堆積した。

【0131】次に、実施例5と全く同様にして、フォーミング処理を行った後に、前記処理を施した基体201を電解槽501に浸漬し、エポキシ系カチオン電着塗料を用いて電着処理した。洗浄、乾燥、硬化後に該基体を、メタルマスクを用いて不図示のスパッタ装置に投入して、アルミニウムの下部電極を形成し、10段直列の30cm角のシングルセルを作成した。さらに、この試料のエンカプシュレーションを実施例1と同様に行った。以上の作製法で太陽電池モジュールを10枚作製した。

【0132】得られた太陽電池モジュールの初期特性



23

は、変換効率 $6.0\% \pm 1\%$ 、シャント抵抗は $350 \sim 200 \text{ K}\Omega \text{ cm}^2$ であった。

【0133】次にこの試料の信頼性試験を実施例1と同様に評価した。温湿度サイクル試験終了後の試料の太陽電池特性を測定したところ初期値に対し95%であり劣化は生じなかった。また、シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0134】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した本発明の太陽電池は歩留まりが良く、良好な特性で有り耐久性も良いことがわかる。

(6-2) 電着樹脂として、エポキシ系アニオン電着塗料を用いて電着処理した以外は、実施例6-1と同様にして太陽電池モジュールを作製した。

【0135】得られた太陽電池モジュールの初期特性は、変換効率 $6.3\% \pm 1\%$ 、シャント抵抗は $350 \sim 200 \text{ K}\Omega \text{ cm}^2$ であった。

【0136】また、温湿度サイクル試験終了後の試料の太陽電池特性を測定したところ初期値に対し95%であり劣化は生じなかった。また、シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0137】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した本発明の太陽電池は歩留まりが良く、良好な特性で有り耐久性も良いことがわかる。

【0138】(実施例7)

(7-1) 次に図1(A)の構成の太陽電池を実施例5とほぼ同様に作製した。

【0139】実施例1と同様にSUS430BA製基体(30cm×30cm、厚み0.2mm)101上に下部電極102を形成した。基体101を取り出し、不図示のRFプラズマCVD成膜装置に入れn層103、i層104、p層105の順で堆積を行った。

【0140】次に、実施例5と全く同様に、フォーミング処理を行った後に、実施例5と同様に前記基体101の裏面側をプラスチック製の絶縁性フィルムで覆い、図5の電解槽に浸漬した。スチレン系カチオン電着塗料を用いて絶縁化処理を施した。純水で十分に洗浄し、オープンで電着樹脂の硬化を行った。その後、基体101をオープンから取り出し冷却後、反射防止効果を兼ねた機能を有する透明上部電極としてITOを、70nm堆積した。さらに接着剤付きの銅箔のバスバー108を積層し、30cm角のシングルセルを作製した。同様にして10枚の試料を作製した。

【0141】さらに、この試料のエンカプシュレーションを実施例1と同様に行った。

【0142】得られた太陽電池モジュールの初期特性は、 $6.1\% \pm 1\%$ 、シリーズ抵抗は $4 \Omega \text{ cm}^2$ であり良好な特性であった。

【0143】次にこの太陽電池モジュールの耐久特性を実施例1と同様に評価した。温湿度サイクル試験終了後の試料の太陽電池特性を測定したところ初期値に対し9

24

9%であり劣化は生じなかった。シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0144】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した本発明の太陽電池は歩留まりが良く良好な特性で有り耐久性も良いことがわかる。

(7-2) 電着樹脂として、スチレン系アニオン電着塗料を用いて電着処理した以外は、実施例7-1と同様にして太陽電池モジュールを作製した。

【0145】得られた太陽電池モジュールの初期特性は、 $6.1\% \pm 1\%$ 、シリーズ抵抗は $4 \Omega \text{ cm}^2$ であり良好な特性であった。

【0146】次にこの試料の耐久特性を実施例1と同様に評価した。温湿度サイクル試験終了後の試料の太陽電池特性を測定したところ初期値に対し99%であり劣化は生じなかった。シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0147】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した本発明の太陽電池は歩留まりが良く良好な特性で有り耐久性も良いことがわかる。

【0148】(実施例8) 実施例5と同様にSUS430BA製基体(30cm×30cm、厚み0.2mm)101上に下部電極102を形成し、その後、不図示のRFプラズマCVD成膜装置に入れn層103、i層104、p層105の順で堆積を行った。

【0149】実施例5と同様に、フォーミング処理を行った。その後図5の電解槽でフッ素系カチオン電着塗料を用いて絶縁化処理を施した。純水で十分に洗浄し、オープンで160℃で40分加熱硬化を行った。その後、基体101をオープンから取り出し冷却後、反射防止機能を兼ねた透明導電層としてITOを70nm堆積した。さらに接着剤付きの銅箔のバスバー108を積層し、30cm角のシングルセルを作製した。同様にして10枚の試料を作製した。

【0150】さらに、この試料のエンカプシュレーションを実施例1と同様に行った。

【0151】得られた太陽電池モジュールの初期特性は変換効率が $6.8\% \pm 1\%$ 、シリーズ抵抗は $4 \Omega \text{ cm}^2$ であり良好な特性であった。

【0152】また、温湿度サイクル試験終了後の試料の太陽電池特性は初期値に対し97%であり劣化は生じなかった。シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0153】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した太陽電池は歩留まりが良く、良好な特性であり、耐久性も良いことがわかる。

(8-2) 電着樹脂として、フッ素系アニオン電着塗料を用いて電着処理した以外は、実施例8-1と同様にして太陽電池モジュールを作製した。

【0154】得られた太陽電池モジュールの初期特性は変換効率が $6.5\% \pm 1\%$ 、シリーズ抵抗は $4 \Omega \text{ cm}^2$

25

であり良好な特性であった。また、温湿度サイクル試験終了後の試料の太陽電池特性を測定したところ初期値に対し96%であり劣化は生じなかった。シャント抵抗を測定したところほとんど変化していなかった。

【0155】本実施例の結果から本発明の太陽電池製造方法で作製した太陽電池は歩留まりが良く、良好な特性であり、耐久性も良いことがわかる。

【0156】

【発明の効果】以上述べたように、本発明により、欠陥部分が選択的に電着樹脂により絶縁被覆される結果、シャント抵抗が高い、高光電変換効率・高信頼性の太陽電池を提供することが可能となる。また、高い歩留まりで、高性能・高信頼性の太陽電池の製造方法を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の太陽電池の構成を模式的に示す図である。

【図2】本発明の太陽電池の構成を模式的に示す図である。

【図3】本発明による欠陥封止法の各工程を模式的に示す図である。

【図4】本発明による欠陥封止法の各工程を模式的に示す図である。

【図5】電着処理装置の概略構成図である。

【図6】フォーミング法の装置を示す概略図である。

【図7】パッシベーション法の装置を示す概略図である。

【図8】ロールツーロール法での電着に適する装置の概略構成図である。

【符号の説明】

101、201、301、401、504、704 基体、

26

102、202 下部電極、

103、203 n層、

104、204 i層、

105、205 p層、

106、206、303、406、508、708 上部電極、

107 グリッド電極、

108 バスバー、

302、402、505、705 半導体層、

10 304、403 欠陥部、

305、404 電気抵抗の低下した部分、

306 溶解除去された部分、

307、405 電着皮膜、

404 フォーミングによって欠陥部近傍の電気抵抗が低下した部分、

501、803 電着槽、

502 電着液、

503、703 対向電極、

506、603、706 電源、

20 507、604、707 導線、

601、807 光電変換体、

602 導電性受け台基体、

605 電圧印加部駆動部、

606 電圧印加部、

701 電解槽、

702 電解液、

801 送り出しロール、

802 巻き取りロール、

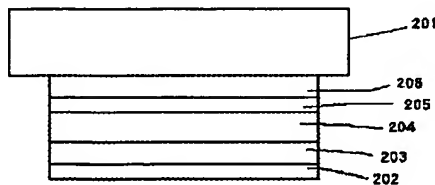
804 洗浄槽、

30 805 乾燥炉、

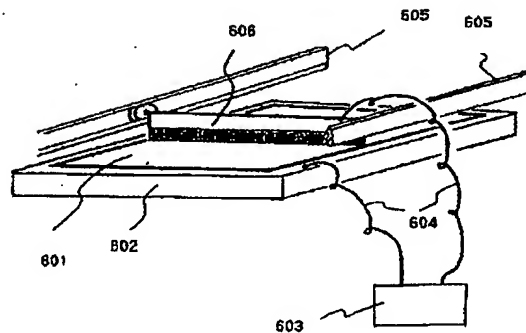
806 対抗電極、

808 導電性ローラー。

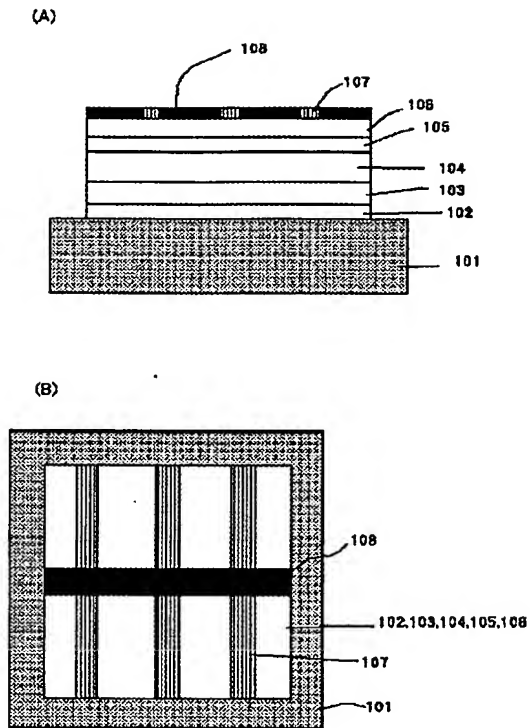
【図2】



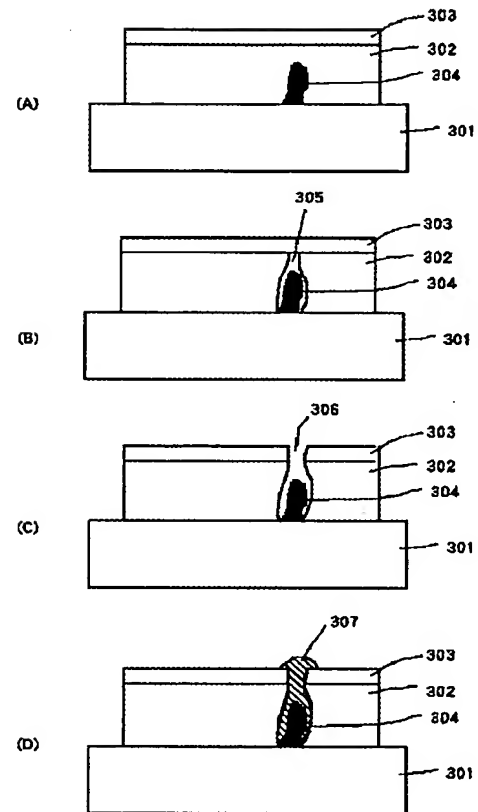
【図6】



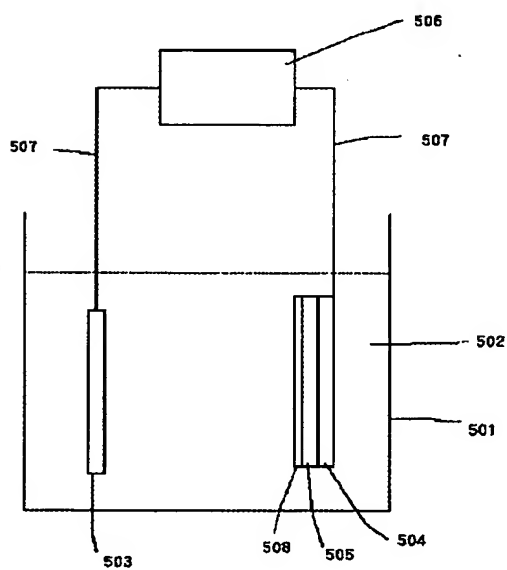
【図1】



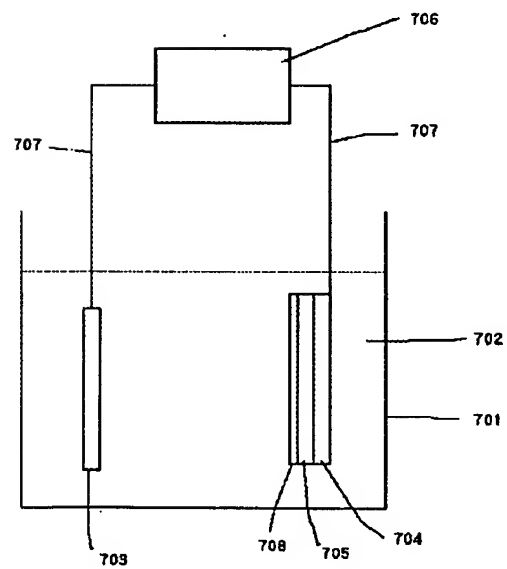
【図3】



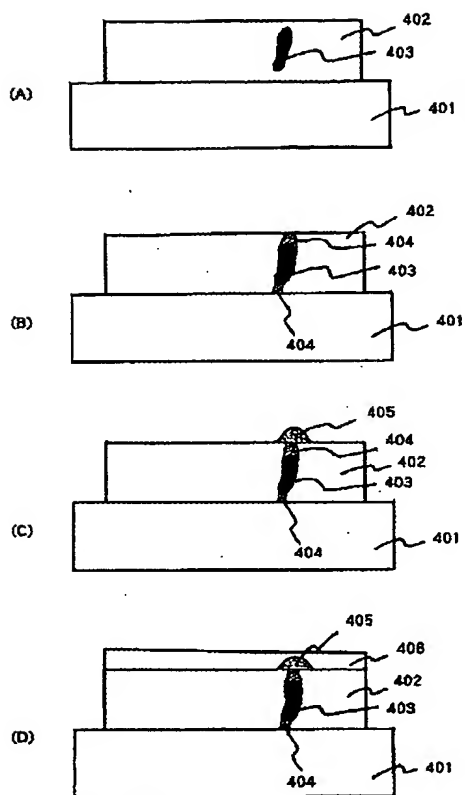
【図5】



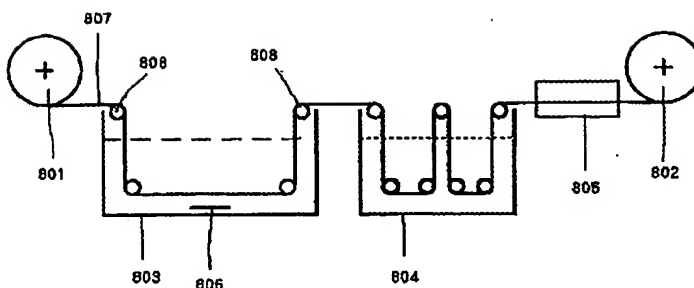
【図7】



【図4】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 森 隆弘

東京都大田区下丸子3丁目30番2号キャノ  
ン株式会社内